

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 37 769.3

Anmeldetag: 17. August 2002

Anmelder/Inhaber: Modine Mfg. Co.,
Racine, Wis./US

Bezeichnung: Wärmeaustauscher und Verfahren
zur Herstellung

IPC: B 21 D, F 28 F, F 28 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

Die Erfindung betrifft einen Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Herstellung des Wärmeaustauschers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

5 Der Wärmeaustauscher ist aus dem EP 1 004 841 A2 bekannt. Die prozesssichere Herstellung des Wärmeaustauschers ist dort teilweise nicht gewährleistet, weil nicht gesagt ist, wie die löttechnisch schwierig zu beherrschenden Verbindungsbereiche zwischen dem Rohrboden, dem Seitenteil und den Verschlusskappen der stirnseitigen offenen Sammelkästen ausgebildet sein sollen. Die Einzelteile sind aus
10 lotbeschichtetem Aluminiumblech hergestellt worden, die zum Wärmeaustauscher zusammengesetzt werden.

Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeugkühler gehören seit vielen Jahrzehnten zum Stand der Technik und haben sich sowohl was ihre prozesssichere Herstellbarkeit
15 betrifft als auch bezüglich ihrer Funktionseigenschaften rundherum bewährt. Ein Beispiel wurde im deutschen Gebrauchsmuster 7 229 162 beschrieben, auch wenn dort die Rohrböden in viele kleine Segmente aufgeteilt wurden.

Oftmals sind die Sammelkästen jedoch aus Kunststoff und am umlaufenden Rand
20 des Rohrbodens mechanisch befestigt. Da der Rand einen deutlichen Überstand über das Kühlnetz aus Flachrohren und Wellrippen aufweist, benötigen solche Ausführungen relativ viel Einbauraum. Ferner ist das Recycling wegen des Einsatzes
unterschiedlicher Werkstoffe erschwert.

25 Es gab und gibt viele Vorschläge und ebenfalls bereits im Einsatz befindliche, komplett aus Aluminium bestehende Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge, bei denen das Gewicht und der erforderliche Einbauraum des Kraftfahrzeugkühlers durch das Weglassen der Rohrböden weiter reduziert wurde. Lediglich stellvertretend sei hier auf die DE 38 34 822 A1 hingewiesen. Solche Lösungen erfordern die
30 Umformung der Enden der Flachrohre, um sie mit den Wänden der Sammelkästen dicht verbinden zu können. Der Herstellungsprozess hat bei solchen Wärmeaustauschern noch nicht die Qualität erreicht, die man sich wünschen würde. Insbesondere ist die dichte Lötverbindung problematisch und nicht zu vernachlässigen ist auch der durch die Umformung der Rohrenden verursachte

Herstellungsaufwand sowie der notwendige Einsatz hochwertiger Werkstoffe mit sehr guten Umformeigenschaften. In dem genannten Dokument, aber beispielsweise auch in der DE 197 22 098 A1, wurde in vorteilhafter Weise weiterhin vorgesehen, die Seitenteile an den beiden Enden zu verlängern und mit diesen Verlängerungen die stirnseitigen Enden der Sammelkästen zu verschließen. Mit dieser Maßnahme wurde eine weitere Verringerung der Anzahl der Einzelteile erreicht und vor allem muss zur Herstellung der Sammelkästen kein aufwendiges Tiefziehwerkzeug vorgesehen werden, weil die Sammelkästen lediglich zwei in Längsrichtung verlaufende Abkantungen aufweisen müssen, was mit einem relativ einfachen Biegewerkzeug realisierbar ist.

In der DE 1 277 282 ist ein Wärmeaustauscher beschrieben, dessen Sammelkästen ein im Querschnitt rechteckförmiges Profil darstellen. Die Flachrohrenden sind umgeformt worden, um sie in dem Profil verlöten zu können. Die stirnseitigen Öffnungen der Sammelkästen sind durch einzelne Kappen verschlossen. Ein Rohrboden als Einzelteil wurde dort nicht vorgesehen.

In der DE 195 36 999 A1 ist ein Kühlmittelverflüssiger beschrieben. Auch dort sind die vorstehend erwähnten Kappen zum Verschließen der stirnseitigen Öffnungen der Sammelkästen vorhanden. Da die Sammelkästen des Kühlmittelverflüssigers zweiteilig sind, kann das eine Teil als Rohrboden angesehen werden, denn es hat Öffnungen, in denen die Enden der Flachrohre angeordnet sind und das andere Teil kann als Kasten angesehen werden. Beide Teile sind an einem gemeinsamen Löttrand verbunden.

Im EP 0 882 940 A2, in dem ein Kondensator für eine Klimaanlage beschrieben ist, sind Seitenteile vorhanden, deren Enden in je einem Schlitz stecken, der an den Enden von Sammelrohren vorgesehen ist. Die Enden verschließen jedoch nicht den gesamten Querschnitt der Sammelrohre. Damit soll lediglich erreicht werden, dass der Zusammenhalt des Wärmeaustauschers verbessert ist. Da die Sammelkästen als Rohre ausgebildet sind, hat dieser Wärmeaustauscher keine Rohrböden als Einzelteil, wie es im Oberbegriff angegeben ist.

Diese am Beispiel von Kondensatoren kurz skizzierte Entwicklungsrichtung wurde jedoch bei Wärmeaustauschern für Kraftfahrzeuge, wie Wasserkühler oder Ladeluftkühler, nicht weiterverfolgt, denn dort geht man in die weiter oben beschriebene Richtung und verzichtet auf die Rohrböden, womit eine ebenfalls lange bekannte Entwicklungsrichtung erneut aufgegriffen und verfolgt wird.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Wärmeaustauschers für Kraftfahrzeuge mit den Merkmalen des Oberbegriffs, die derart weitergebildet werden sollen, dass die prozesssichere Herstellbarkeit gewährleistet ist, wobei der erforderliche Einbauraum für den Wärmeaustauscher klein bleiben soll.

Die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich bezüglich des Wärmeaustauschers aus dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1. Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren steht im Kennzeichen des Anspruchs 9.

In den vier Eckbereichen der Rohrböden soll die innerhalb der Verbindung zwischen dem Seitenteil oder der Verschlusskappe und dem Rohrboden und der Längswand des Sammelkastens liegende mindestens eine Biegekante der Verbindungsråder und / oder der abgekanteten Ränder einen kleineren Biegeradius aufweisen als außerhalb der Verbindung, wobei die innerhalb der Verbindung vorhandene Blechdicke des Seitenteils oder der Verschlusskappe kleiner sein soll als außerhalb der Verbindung. Dadurch wurden die löstechnisch schwierig zu beherrschenden Eckbereiche der Rohrböden wesentlich verbessert, wodurch die gesamte Herstellbarkeit des Wärmetauschers hinsichtlich Prozesssicherheit deutlich verbessert wurde. An diesen Stellen kam es in der Vergangenheit oftmals zu undichten oder nicht haltbaren Lötverbindungen, was nach der Erfindung nicht mehr der Fall sein wird.

Die Erfinder verwenden ganz gezielt Rohrböden für ihren Wärmeaustauscher, denn sie sehen es als vertretbar an, das Gewicht des Kraftfahrzeugkühlers gegenüber den beschriebenen Wärmeaustauschern ohne Rohrböden (geringfügig) zu erhöhen, weil sie damit einen entscheidenden Fortschritt bezüglich der Herstellbarkeit erreichen und ohnehin vorhandene Maschinen und Anlagen benutzen können.

Die Rohrböden können gemäß den Ansprüchen 2 und 3 zwei abgekantete Verbindungslängsränder und zwei abgekantete Verbindungsquerränder aufweisen, wobei die Blechdicke der Rohrböden innerhalb der Verbindung kleiner ist als außerhalb der Verbindung.

- 5 Die Verbindungslängs – und die Verbindungsquerränder der Rohrböden können in Richtung zum Sammelkasten oder in Richtung zu den Flachrohren abgekantet sein.

Im Unterschied dazu können die Rohrböden aber auch gemäß Anspruch 4 nur zwei abgekantete Verbindungslängsränder aufweisen wobei die Verbindungsquerränder
10 ohne Abkantung ausgeführt sind, so dass zur Verbindung die Blechdicke der Rohrböden zur Verfügung steht.

Die Seitenteile können mit Verlängerungen ausgebildet sein, die als Verschlusskappen wirken, oder die Seitenteile und die Verschlusskappen sind
15 einzelne Teile.

Gemäß dem Herstellungsverfahren ist vorgesehen, dass die innerhalb der Verbindung zwischen dem Seitenteil oder der Verschlusskappe und dem Rohrboden und der Längswand des Sammelkastens liegende wenigstens eine Biegekante der
20 Verbindungsränder und/oder der Ränder mit einem kleineren Biegeradius versehen wird als außerhalb der Verbindung, wozu die innerhalb der Verbindung vorhandene Blechdicke an der Biegekante gegenüber der außerhalb der Verbindung vorhandenen Blechdicke reduziert wird und dass die kleineren Biegeradien bzw. die
reduzierte Blechdicke in einem der Herstellung der Teile folgenden
25 Umformarbeitsgang vor deren Zusammensetzung zum Wärmeaustauscher hergestellt werden.

Die Reduzierung der Blechdicke kann an beiden eine Biegekante bildenden Schenkeln oder lediglich an einem der beiden Schenkel vorgenommen werden.

Es ist auch möglich die Reduzierung der Blechdicke und die scharfkantige
30 Ausbildung der Kanten beispielsweise lediglich in den Eckbereichen der Rohrböden vorzunehmen und den abgekanteten Rand der Verschlusskappen ohne Reduzierung der Blechdicke zu gestalten. Solche Variationen hängen vom Einzelfall ab, dass heißt beispielsweise davon, wieviel Lot im Eckbereich zur Verfügung steht und ob das Lotangebot ausreicht, um den verbleibenden Spalt gut zu schließen.

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen beschrieben, wozu auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird. Es zeigen:

Fig. 1 Ausschnitt eines Eckbereiches;

5 Fig. 2 Schnitt B – B aus Fig. 3;

Fig. 3 Teillängsschnitt durch den Wärmeaustauscher;

Fig. 4 Teilansicht auf den Rohrboden einer ersten Ausführungsform;

Fig. 5 Ausschnitt eines Eckbereiches in einer veränderten Ausführungsform;

Fig. 6 Teilansicht auf den Rohrboden einer zweiten Ausführungsform;

10 Fig. 7 Teillängsschnitt durch den Wärmeaustauscher mit dem Rohrboden aus Fig. 6;

Fig. 8 Schnitt H – H aus Fig. 7;

Fig. 9 Teilansicht auf einen Wärmeaustauscher mit dem Rohrboden aus Fig. 4 und einzelnen Seitenteilen und Verschlusskappen;

Fig. 10 drei verschiedene Ausführungen des Rohrbodens;

15 Fig. 11 Teillängsschnitt durch den Wärmeübertrager gemäß einer nächsten Ausführungsform;

Fig. 12 Schnitt J - J aus Fig. 11;

Fig. 13 Einzelheit W aus Fig. 12;

Fig. 14 a, b Einzelheit W in einer anderen Ausführung;

20 Fig. 15 fünf verschiedene Gestaltungen von Seitenteilen mit Verschlusskappen;

In dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 3 sind Rohrböden **3** vorhanden, wie sie in Fig. 4 abgebildet sind. Die Rohrböden **3** wurden nur in einem Ausschnitt gezeigt, aber sie besitzen zwei gegenüberliegende Verbindungslängsränder **5** und zwei gegenüberliegende Verbindungsquerränder **15**, so dass die Eckbereiche **A**, **B**, **C** und **D** vorhanden sind. Die Verbindungsränder **5** und **15** sind zu den Flachrohren **1** hin gerichtet bzw. abgekantet. In den Rohrböden **3** befinden sich in bekannter Weise Öffnungen **4**, die später die Enden der Flachrohre **1** aufnehmen sollen. Nachdem die Rohrböden **3** und die Seitenteile **9** und **10** in bekannter Weise aus lotbeschichtetem Aluminiumblech ausgeschnitten und durch umformtechnische Operationen hergestellt worden sind, werden sie in einem folgenden Arbeitsgang partiell mit kleineren Biegeradien versehen. Dies geschieht mit einem geeigneten Druck - oder Prägestempel in einem entsprechend ausgebildeten Unterwerkzeug, wobei die Blechdicke **a** des Seitenteils **9** und **10** innerhalb der später herzustellenden

Verbindung **31** und auch die Blechdicke des Rohrbodens **3** in seinen Eckbereichen **A, B, C, D** entsprechend reduziert wird. (nicht gezeigt, weil dem Fachmann geläufig) Dadurch ergibt sich ein geringerer Biegeradius in den Eckbereichen **A, B, C** und **D** (Biegekanten) des Rohrbodens **3** und in den Biegekanten **30** an den abgebogenen Längsrändern **11** und **12** der Seitenteile **9** und **10** bzw. an dem Rand **14** der Verschlusskappe **13**. Der Biegeradius (außen) soll vorzugsweise nicht größer als 0,8 mm sein, so dass sich am zusammengefügteten Wärmeaustauscher im Punkt **P** (Fig. 1) ein bestimmbarer sehr kleiner offener Querschnitt ausbildet, der ohne Probleme beim nachfolgenden Löten verschlossen werden kann. Beispielsweise ist die Innenseite der Längsränder **7** und **8** der Sammelkästen **6** mit Lot beschichtet, so dass eine ausreichende Menge an Lot zur Verfügung steht, um den kleinen, offenen Querschnitt zu verschließen.

Bei der Anwendung von inzwischen veralteten Lötverfahren konnten größere offene Querschnitte durch Zugabe von Lot einfach abgedichtet werden. In den Fig. 2 und 4 der GB 20 98 313 sind relativ große offene Querschnitte erkennbar. Die moderneren, wirtschaftlicheren und umweltfreundlicheren Lötverfahren lassen diese Vorgehensweise nicht zu, weshalb konstruktive Maßnahmen getroffen werden müssen, und mit der vorliegenden Erfindung auch getroffen wurden, um dem zu entsprechen.

Wie insbesondere aus der Fig. 1 gut zu sehen ist, wurde in diesem Ausführungsbeispiel sowohl an den Rohrböden **3** als auch an den Seitenteilen **9, 10** die Blechdicke **a** in beiden Schenkeln der jeweiligen Biegekante **30** reduziert, um den geringeren Biegeradius zu realisieren. Die Seitenteile **9, 10** dieses Ausführungsbeispiels sind verlängert und weisen deshalb die Verschlusskappen **13** mit dem abgekanteten Rand **14** auf. (Fig. 2) Die Sammelkästen **6** sind sehr einfach und kostengünstig herstellbar, weil es sich dabei im Prinzip um ein beidseitig abgekantetes Blech handelt, wobei die beiden Abkantungen die Längswände **7** und **8** der Sammelkästen **6** darstellen. Die Sammelkästen **6** sind zu den stirnseitigen Enden hin offen. Die offenen Enden werden mittels der erwähnten Verschlusskappen **13** verschlossen. Für dieses Ausführungsbeispiel ist noch nennenswert, dass die Verschlusskappen **13** gegenüber den Seitenteilen **9, 10** geringfügig abgebogen sind, um die Montage des Wärmeaustauschers zu erleichtern, insbesondere das Aufziehen der Rohrböden **3** auf die Enden der Flachrohre **1**, die vorher mit den Wellrippen **2** paketi-ert worden sind. Anschließend werden die Seitenteile **9, 10**

angesetzt und die Rohrböden 3 aufgezogen. Die erwähnte Abbiegung der Verschlusskappen 13 ist in Fig. 3 durch eine gestrichelte Linienführung angedeutet worden. Aus der Fig. 2 kann schließlich erkannt werden, dass die Flachrohre 1 bzw. die den Flachrohren 1 angepaßten Öffnungen 4 im Rohrboden 3 bis dicht an die Verbindungslängsränder 5 des Rohrbodens 3 herangehen. Deshalb ist die gesamte Bautiefe des Wärmeaustauschers nur unwesentlich größer als die zum Wärmeaustausch nutzbare Bautiefe, so dass der erforderliche Bauraum des Wärmeaustauschers im Kraftfahrzeug sehr effizient ausgenutzt werden kann. Ferner besitzen die Flachrohre 1 an den Enden vorzugsweise keine Umformungen, was zu einer kostengünstigen Fertigung beiträgt.

Das in den Figuren 6, 7 und 8 gezeigte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel dadurch, dass andere Rohrböden 3 vorgesehen wurden. Diese Rohrböden 3 sind in der Fig. 6 gezeigt. Weitere mögliche Variationen der Rohrböden 3 sind aus der Fig. 10 zu sehen. Die Rohrböden 3 aus Fig. 6 besitzen zwei zum Sammelkasten 6 hin abgekantete Verbindungslängsränder 5. Die Verbindungsquerränder 15 sind ohne Abkantung ausgeführt. Die Blechdicke der Rohrböden 3 beträgt etwa 1,5 mm. Diese Dicke ist ausreichend, um, wie es in den Fig. 7 und 8 gezeigt wurde, eine feste und dicht Lötverbindung mit den Verschlusskappen 13 und den Längsrändern 7, 8 der Sammelkästen 6 zu gewährleisten. Wie zu sehen ist, wurde die Verdünnung der Blechdicke bzw. die Verkleinerung des Biegeradius hier nur in den Biegekannten 30 der Verschlusskappen 13 vorgenommen, weil in den Eckbereichen A, B, C, D des Rohrbodens 3 bereits eine relativ scharfkantige Ausbildung vorhanden ist.

Das Ausführungsbeispiel aus der Fig. 9 weist einzelne Verschlusskappen 13 mit einem abgekanteten Rand 14 auf und demzufolge auch Seitenteile 9, 10, die Einzelteile sind. Die Verschlusskappen 13 wurden in ihrer Biegekannte 30 zum Rand 14 hin partiell mit einer Verdünnung versehen, um den Biegeradius im Vergleich zum übrigen Biegeradius zu verkleinern. Ferner wurden Rohrböden 3, wie in Fig. 4 gezeigt, verwendet, wobei die Enden der Seitenteile 9, 10 von dem Querverbindungsrand 15 der Rohrböden 3 umfaßt sind. Die Eckbereiche A, B, C, D sind, wie in Fig. 1 gezeigt und beschrieben wurde ausgebildet worden, so dass auch hier mit festen und dichten Lötverbindungen in diesen Problemzonen gerechnet werden kann.

In der Fig. 5 wurde gezeigt, dass es keineswegs immer notwendig ist, beide Biegekanten **30**, das heißt die am Seitenteil/Verschlusskappe **13** und die am Rohrboden **3** innerhalb der Verbindung **31** mit kleineren Biegeradien zu versehen. Je nach bereits vorne beschriebenen Umständen kann es auch reichen, lediglich die Biegekanten **30** am Rohrboden **3** oder am Seitenteil / Verschlusskappe **13** mit kleineren Biegeradien bzw. reduzierter Blechdicke auszubilden.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 11 bis 13 wurden Rohrböden **3** verwendet, die in der im Bild obersten Darstellung der Fig. 10 zu sehen sind, also Rohrböden **3** ohne abgebogenem Verbindungsquerrand **15**, wobei die beiden Verbindungslängsränder **5** zu den Flachrohren **1** hin gerichtet sind. Obwohl die Verbindungsquerränder **15** der Rohrböden **3** keine Abbiegungen besitzen, können auch hier exzellente Lötverbindungen erwartet werden, denn der um den gesamten Umfang der Verschlusskappen **13** verlaufende abgebogene Rand **14** gewährleistet das. Dabei ist es unerheblich, ob der Rand **14** nach außen, wie gezeigt, oder auch nach innen, in den Sammelkasten **6** hinein, gerichtet ist.

Die Fig. 14 a und b zeigen Beispiele, wie die Verdünnung der Blechdicke in der Biegekante **30** innerhalb der beschriebenen Verbindung **31** ausgebildet sein kann. In Fig. 14b wurde lediglich in einem Schenkel **5** der Biegekante **30** im Rohrboden **3** eine Verdünnung vorgesehen, die bereits zu einer ausreichenden Verkleinerung des Biegeradius führt. Die Biegekante **30** an den Seitenteilen **9**, **10** oder am abgebogenen Rand der Verschlusskappe **13** wurde in diesen Ausführungsbeispielen nicht verkleinert. Die Blechdicke **b** der Rohrböden **3** und diejenige **a** der Seitenteile **9**, **10** oder der Verschlusskappe **13** kann etwa gleich groß sein. Um eine ausreichend scharfkantige Ausbildung der Biegekante **30** zu erreichen, hat man die Blechdicke **a** oder **b** etwa um $\frac{1}{3}$ reduziert, wie die Fig. 14a und 14b zeigen. Es ist aus den Abbildungen leicht nachvollziehbar, dass die Größe des gewählten äußeren Biegeradius auch davon abhängt, ob nur eine Biegekante **30** mit einem kleineren Biegeradius versehen ist, wie in den Fig. 5 und 14 gezeigt, oder ob beide Biegekanten **30** einen verkleinerten Biegeradius aufweisen. Man kann bei der Reduzierung des Biegeradius bzw. der Blechdicke **a**, **b** bis an die fertigungstechnisch

machbare Grenze gehen, wobei der Fachmann selbstverständlich keine kleineren Radien als notwendig auswählen wird.

Die Fig. 15 zeigt fünf Beispiele der Ausbildung der Seitenteile **9, 10**, mit
5 Verlängerungen, die als Verschlusskappen **13** ausgebildet sind. Innerhalb der
Verbindung mit dem Rohrboden **3** weisen die Biegekanten zu den abgebogenen
Längsrändern **11, 12** einen kleineren Biegeradius auf. In der ersten Darstellung ist
quer zur Längsrichtung der Seitenteile **9, 10** eine Abbiegung nach innen gezeigt, die
in der zweiten Darstellung nach außen zeigt. Im Bereich des Übergangs vom
10 Seitenteil **9, 10** zur Verschlusskappe **13** können die Längsränder **11, 12**
durchgehend ausgebildet werden oder auch ausgeschnitten sein. Ferner können in
bekannter Weise Ausbildungen **20** vorgesehen werden, um die Ausdehnung der
Seitenteile **9, 10** unter dem Einfluss von Temperaturschwankungen zu gestatten.

Patentansprüche

1. Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge, dessen Teile aus Flachrohren (1), aus Wellrippen (2), aus Rohrböden (3) mit Öffnungen (4) zur Aufnahme der Enden der Flachrohre (1) und mit zwei abgekanteten Verbindungslängsrändern (5) sowie mit vier Eckbereichen (A, B, C, D), bestehen und aus Sammelkästen (6) mit zwei Längswänden (7, 8) zur Verbindung (31) mit den Verbindungslängsrändern (5), aus Seitenteilen (9, 10) mit Längsrändern (11, 12) und ferner aus Verschlusskappen (13) zum Verschluss der seitlichen Öffnungen der Sammelkästen (6), wobei die Verschlusskappen (13) einen abgekanteten Rand (14) aufweisen und wobei sämtliche Teile aus Aluminiumblech hergestellt sind, das zweckmäßig mit Lot beschichtet ist, um mittels eines Lötprozesses verbunden zu sein,

dadurch gekennzeichnet, dass

in den Eckbereichen (A, B, C, D) die innerhalb der Verbindung (31) zwischen dem Seitenteil (9 oder 10) oder der Verschlusskappe (13) und dem Rohrboden (3) und der Längswand (7, 8) des Sammelkastens (6) liegende wenigstens eine Biegekante (30) der Verbindungsränder (5, 15) und / oder der abgekanteten Ränder (14) einen kleineren Biegeradius aufweist als außerhalb der Verbindung (31), wobei die innerhalb der Verbindung (31) vorhandene Blechdicke (a oder b) an der Biegekante (30) kleiner ist als außerhalb der Verbindung (31).

2. Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohrböden (3) zwei abgekantete Verbindungslängsränder (5) und zwei abgekantete Verbindungsquerränder (15) aufweisen, die sich in den Eckbereichen (A, B, C, D) treffen, wobei die Blechdicke (b) der Rohrböden (3) innerhalb der Verbindung (31) kleiner ist als außerhalb der Verbindung (31).

3. Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungslängs – und die Verbindungsquerränder (5, 15) der Rohrböden (3) in Richtung zum Sammelkasten (6) (nach oben) oder in Richtung zu den Flachrohren (1) (nach unten) abgekantet sind.

4. Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohrböden (3) zwei abgekantete Verbindungslängsränder (5) aufweisen

und die Verbindungsquerränder (15) ohne Abkantung ausgeführt sind, so dass zur Verbindung die Blechdicke (b) der Rohrböden (3) zur Verfügung steht.

5. Wärmeaustauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Längswände (7, 8) der Sammelkästen (6) die Verbindungslängsränder (5) des Rohrbodens (3) vorzugsweise von außen umfassen.

6. Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verkleinerten äußeren Biegeradien innerhalb der Verbindung etwa kleiner oder gleich 0,8 mm sind.

7. Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flachrohre (1) keine Umformung an den Enden aufweisen.

8. Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenteile (9, 10) und die Verschlusskappen (13) Einzelteile sind, oder dass die Verschlusskappen (13) als Verlängerung der Seitenteile (9, 10) einstückig mit den Seitenteilen (9, 10) ausgebildet sind.

9. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeaustauschers für Kraftfahrzeuge, bei dem Flachrohre (1), Wellrippen (2), Rohrböden (3) mit Öffnungen (4) zur Aufnahme der Enden der Flachrohre (1), mit abgekanteten Verbindungslängsrändern (5) und mit vier Eckbereichen (A, B, C, D) und Sammelkästen (6) mit zwei Längswänden zur Verbindung (31) mit den Verbindungslängsrändern (5) und Seitenteile (9, 10) mit Längsrändern (11, 12) und Verschlusskappen (13) zum Verschluss der seitlichen Öffnungen der Sammelkästen, wobei die Verschlusskappen einen abgekanteten Rand (14) aufweisen und wobei sämtliche Teile aus Aluminiumblech hergestellt sind, das zweckmäßig mit Lot beschichtet ist und die zusammengefügt werden, um sie mittels eines Lötprozesses verbinden zu können, dadurch gekennzeichnet, dass

in den Eckbereichen (A, B, C, D) die innerhalb der Verbindung (31) zwischen dem Seitenteil (9, 10) oder der Verschlusskappe (13) und dem Rohrbodens (3) und der Längswand (7, 8) des Sammelkastens (6) liegende wenigstens eine Biegekante (30)

der Verbindungsränder (5, 15) und/oder der Ränder (14) mit einem kleineren Biegeradius versehen wird als außerhalb der Verbindung (31), wozu die innerhalb der Verbindung (31) vorhandene Blechdicke (a, b) an der Biegekante (30) gegenüber der außerhalb der Verbindung (31) vorhandenen Blechdicke (a, b) reduziert wird und
5 dass die kleineren Biegeradien bzw. die reduzierte Blechdicke in einem der Herstellung der Teile folgenden Umformarbeitsgang vor deren Zusammensetzung zum Wärmeaustauscher hergestellt werden.

10 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Reduzierung der Blechdicke (a, b) durch eine in beiden eine Abbiegung bildenden Schenkeln oder lediglich in einem der Schenkel vorgenommen wird, wobei die Blechdicke (a, b) um etwa $\frac{1}{3}$ reduziert wird.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Wärmeaustauscher und ein Herstellungsverfahren, wobei der Wärmeaustauscher für Kraftfahrzeuge aus Flachrohren (1), aus Wellrippen (2), aus Rohrböden (3), mit Öffnungen (4) zur Aufnahme der Enden der Flachrohre (1),
 5 und mit zwei abgekanteten Verbindungslängsrändern (5) sowie mit vier Eckbereichen (A, B, C, D), besteht und aus Sammelkästen (6) mit zwei Längswänden (7, 8) zur Verbindung mit den Verbindungslängsrändern (5), aus Seitenteilen (9, 10) mit Längsrändern (11, 12) und ferner aus Verschlusskappen (13) zum Verschluss der seitlichen Öffnungen der Sammelkästen (6), wobei die
 10 Verschlusskappen (13) einen abgekanteten Rand (14) aufweisen und wobei sämtliche Teile aus Aluminiumblech hergestellt sind, das zweckmäßig mit Lot beschichtet ist um mittels eines Lötprozesses verbunden zu sein.

Die prozesssichere Herstellung des Wärmeaustauschers wird wesentlich verbessert wenn erfindungsgemäß vorgesehen wird, dass in den vier Eckbereichen (A, B, C, D),
 15 die innerhalb der Verbindung zwischen dem Seitenteil (9 oder 10) oder der Verschlusskappe (13) und dem Rohrboden (3) und der Längswand (7 oder 8) des Sammelkastens (6) liegende wenigstens eine Biegekante der Verbindungsråder (5, 15) und / oder der abgekanteten Ränder (14) einen kleineren Biegeradius aufweist als außerhalb der Verbindung bzw. der Eckbereiche (A, B, C, D), wobei die innerhalb
 20 der Verbindung vorhandene Blechdicke (a oder b) an wenigstens der einen Biegekante kleiner ist als außerhalb der Verbindung.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren sieht vor, dass die innerhalb der Verbindung zwischen dem Seitenteil (9, 10) oder der Verschlusskappe (13) und dem Rohrboden (3) und der Längswand (7, 8) des Sammelkastens (6) liegende
 25 wenigstens eine Biegekante der Ränder (11, 12, oder 14) mit einem kleineren Biegeradius versehen wird als außerhalb der Verbindung, wozu die innerhalb der Verbindung vorhandene Blechdicke (a, b) an wenigstens der einen Biegekante gegenüber der außerhalb der Verbindung vorhandenen Blechdicke (a, b) reduziert wird und dass die kleineren Biegeradien bzw. die reduzierte Blechdicke in einem der
 30 Herstellung der Teile folgenden Umformarbeitsgang vor deren Zusammensetzung zum Wärmeaustauscher hergestellt werden.

Fig. 1

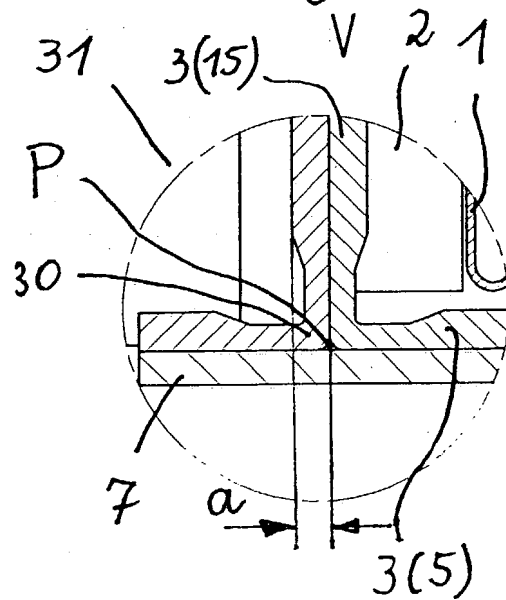


Fig. 3

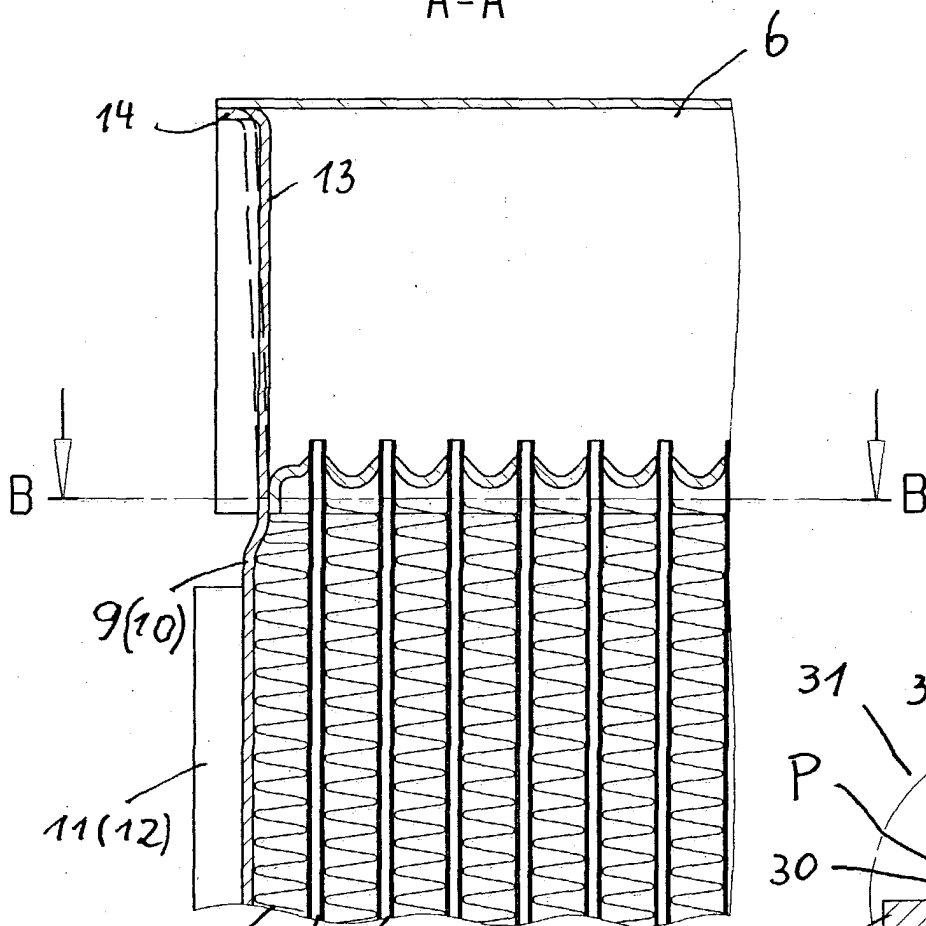
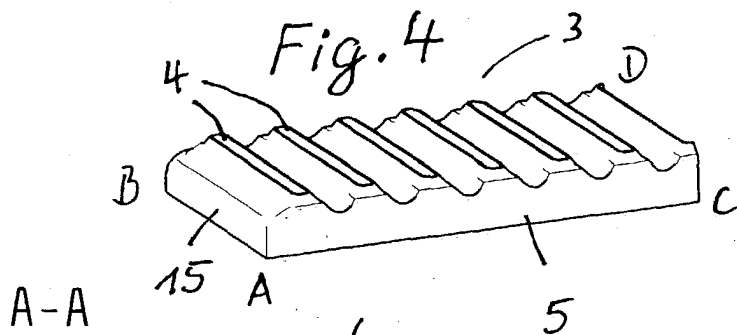


Fig. 1

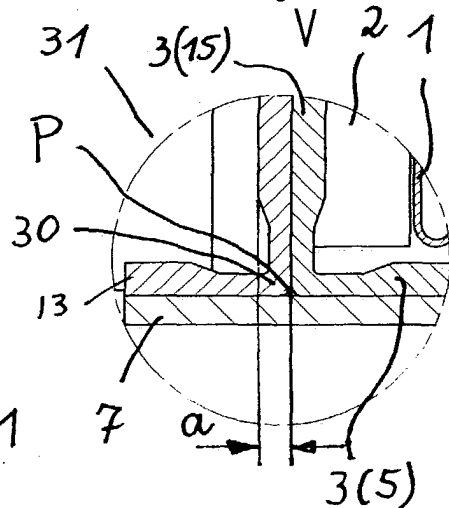
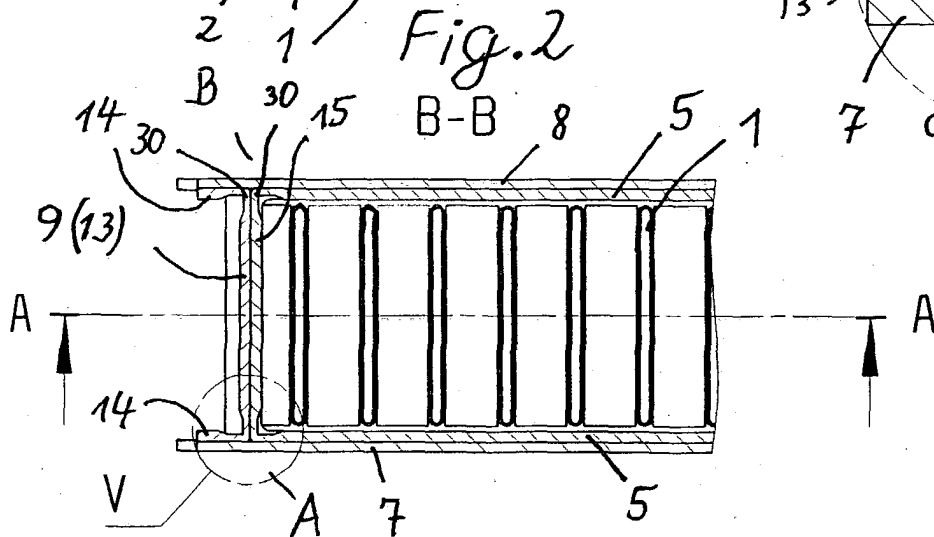


Fig. 2



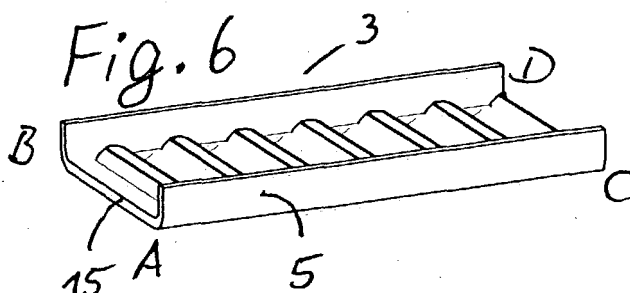


Fig. 7

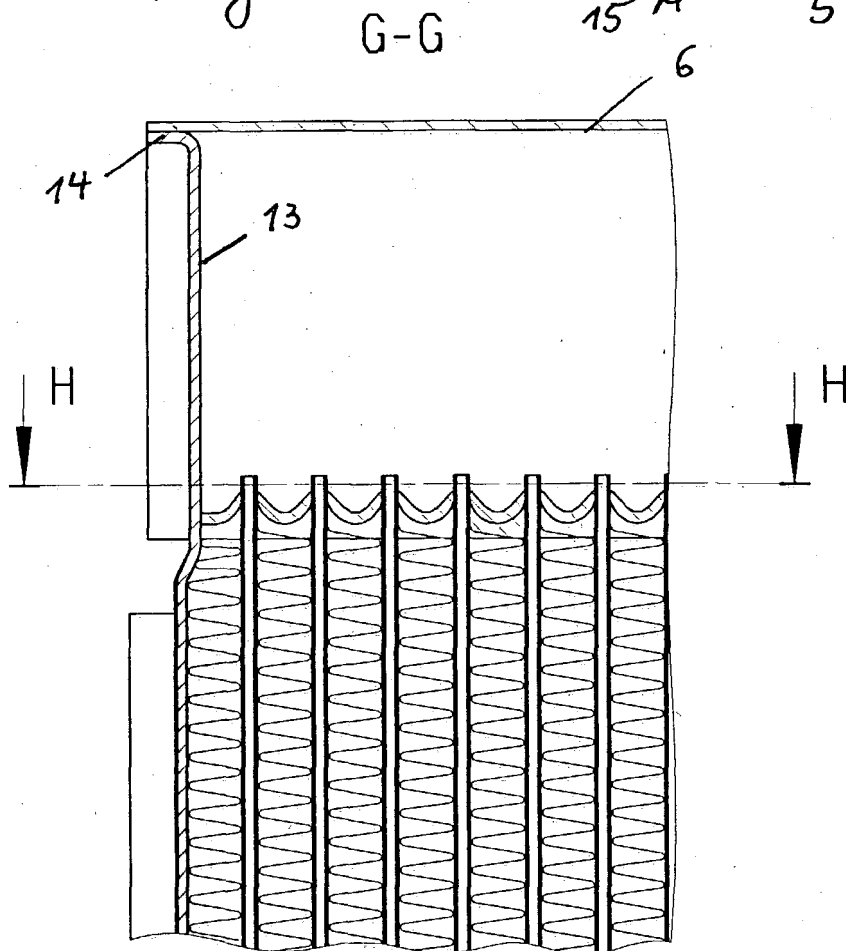


Fig. 8

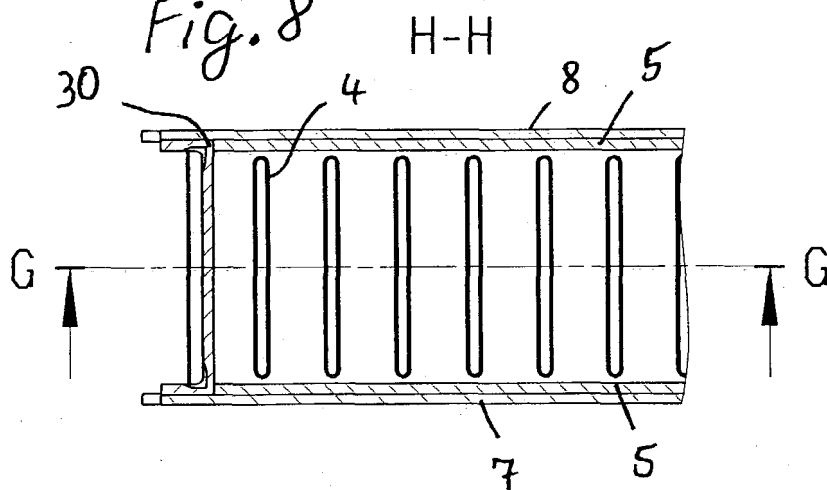


Fig. 9

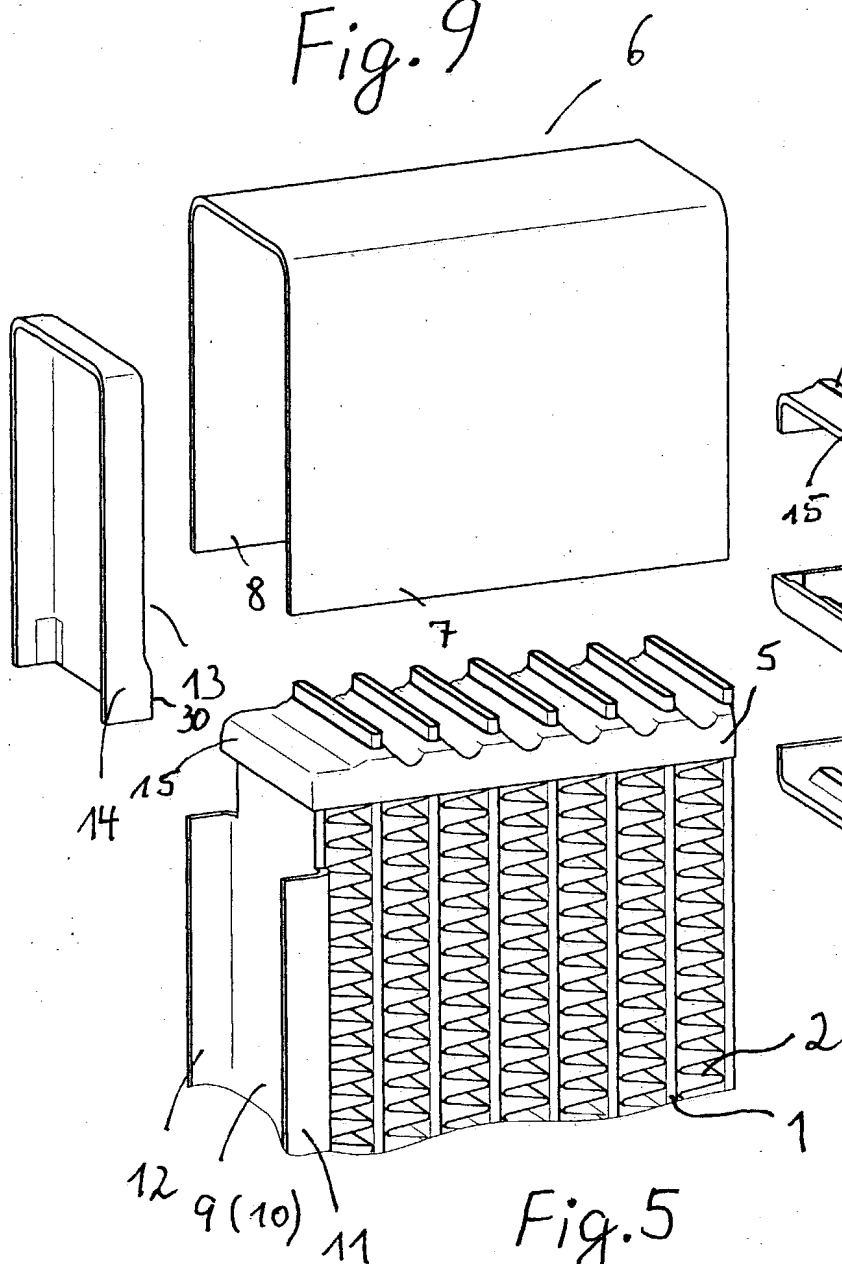


Fig. 10

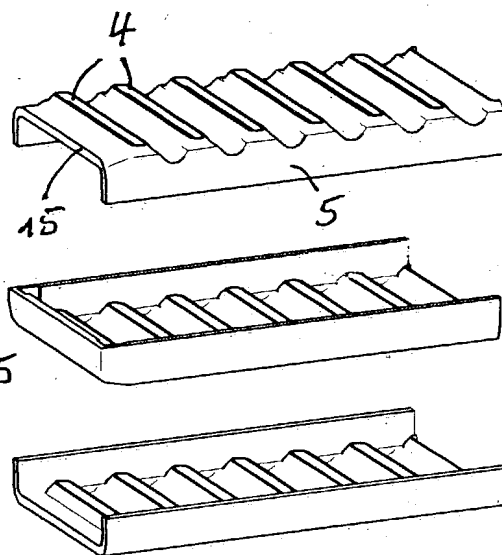


Fig. 5

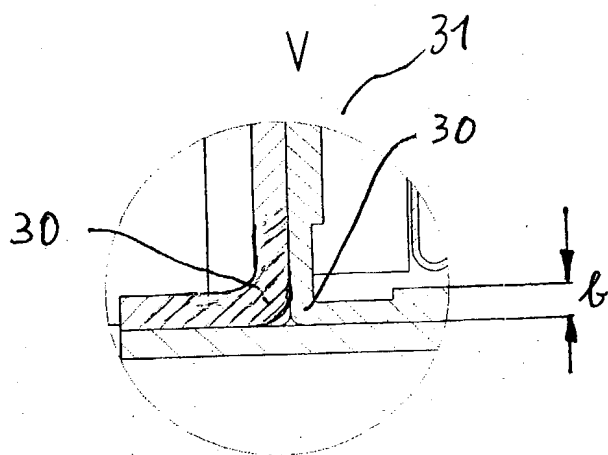


Fig. 11

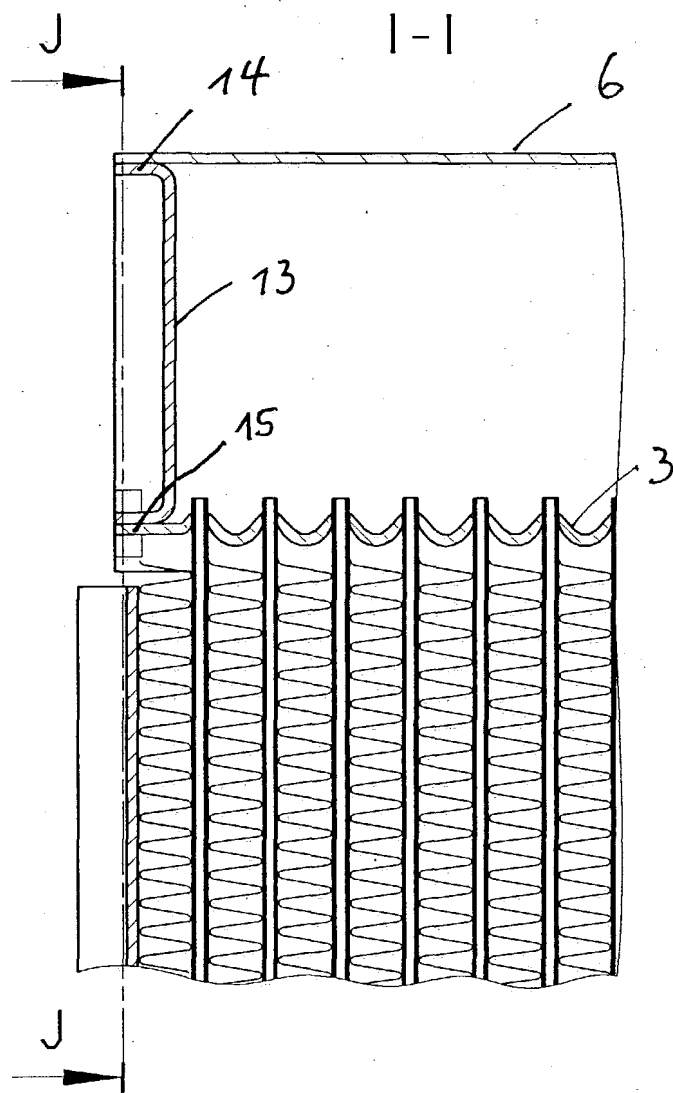


Fig. 12

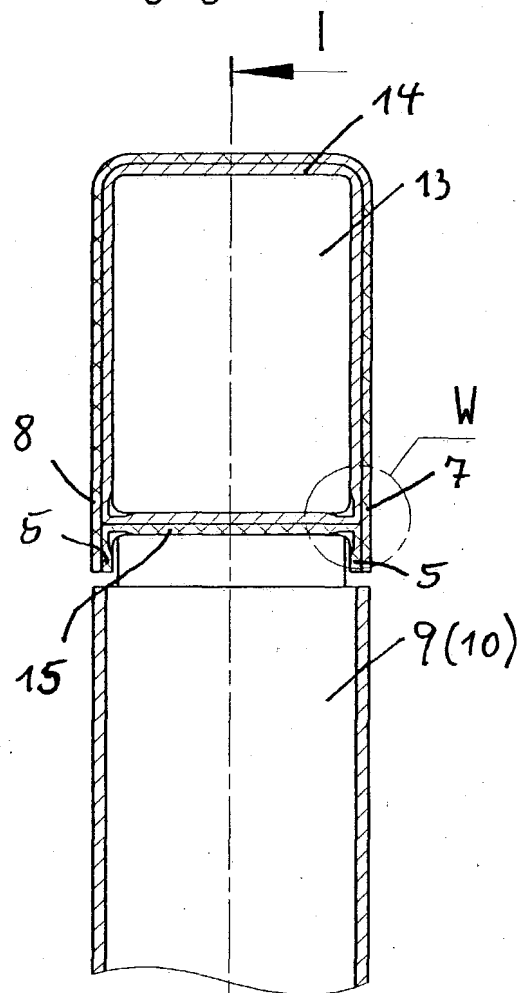


Fig. 13

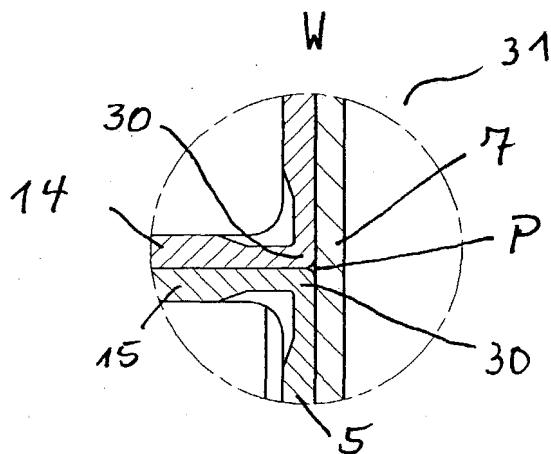


Fig. 14a

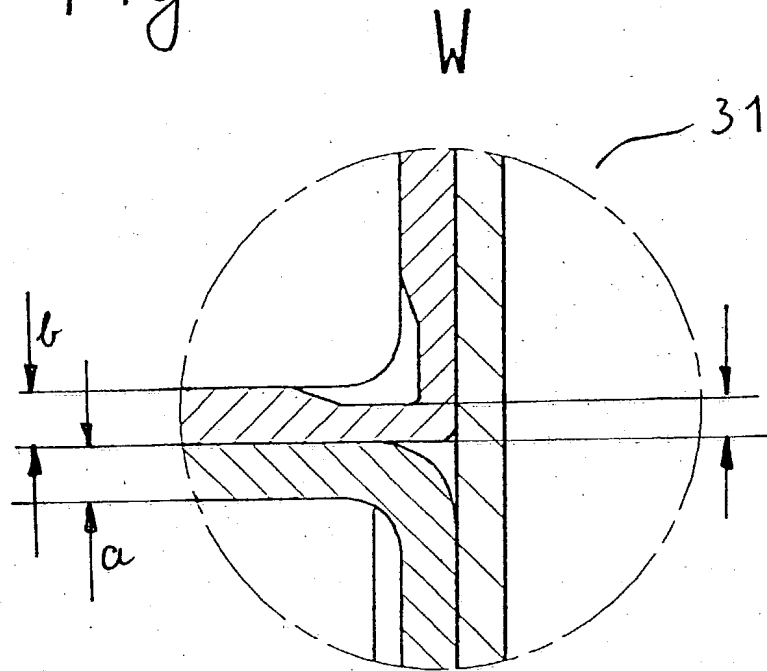


Fig. 14b

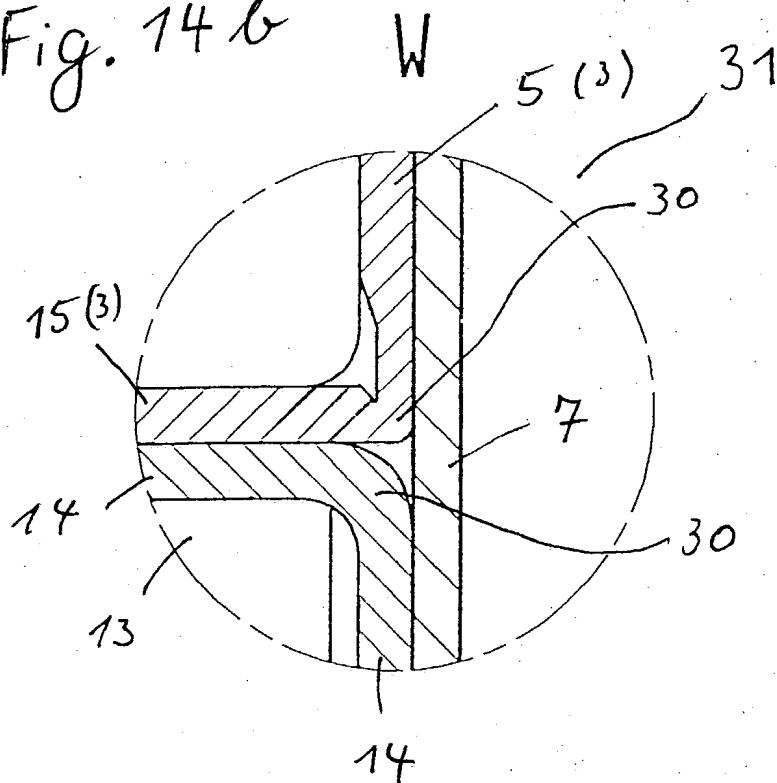


Fig. 15

